

лы для химических источников тока, в особенности для использования в гибридных электромобилях. Во-вторых, в некоторых металлофосфатах обнаружен магнитоэлектрический эффект, дающий возможность воздействовать на электрические характеристики объектов с помощью магнитного поля и наоборот. Таким образом, металлофосфаты лития являются перспективными материалами полифункционального назначения.

Образцы металлофосфатов  $\text{LiNi}_{1-x}\text{Co}_x\text{PO}_4$  (где  $x = 0; 0,3; 0,5; 0,7$ ; 1) получены по классической твердофазной методике из смеси оксидов  $\text{Co}_3\text{O}_4$ ,  $\text{NiO}$  и  $\text{Li}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ , а также глицин-нитратным методом. Для выбора условий синтеза был проведен термогравиметрический эксперимент, определена температура фазообразования. Отжиг образцов проводили поэтапно с промежуточным перемешиванием в течение 30 часов с последующим медленным охлаждением. Показано, что глицин-нитратный метод синтеза, в отличие от твердофазного, приводит к образованию однофазных объектов. Использование микроволновой печи для обработки исходных смесей позволило сократить время отжига. Структура и морфология полученных образцов изучена с помощью рентгенофазового анализа и электронной микроскопии. Показано, что  $\text{Li}(\text{Ni}_{0,5}\text{Co}_{0,5}; \text{Ni}_{0,3}\text{Co}_{0,7}; \text{Ni}_{0,7}\text{Co}_{0,3})\text{PO}_4$  изоструктурны  $\text{LiNiPO}_4$  и  $\text{LiCoPO}_4$ . Магнитные свойства образцов исследованы в температурном интервале 4-300K с помощью вибрационного магнитометра VSM-5T (Cryogenic Ltd.).

## **ФАЗОВЫЕ РАВНОВЕСИЯ, КРИСТАЛЛИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СЛОЖНЫХ ОКСИДОВ В СИСТЕМЕ Y-Ba-Co-O**

*Урусова А.С., Аксенова Т.В., Черепанов В.А.*

Уральский федеральный университет  
620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, д. 19

Изучение фазовых равновесий в системе Y-Ba-Co-O проводили при 1373 K на воздухе. Образцы для исследования были получены по стандартной керамической и глицирин-нитратной технологиям. Образцы каждый раз закаливали на воздухе на комнатную температуру, скорость охлаждения образцов при этом достигала 300–500 K/мин.

В системе  $\text{Y}_{1-x}\text{Ba}_x\text{CoO}_{3-\delta}$  по данным РФА установлено образование единственного однофазного оксида состава  $\text{YBaCo}_2\text{O}_{5+\delta}$  ( $x=0,5$ ). Сложный оксид  $\text{YBaCo}_2\text{O}_{5+\delta}$  кристаллизуется в тетрагональной ячейке  $3a_p \times 3a_p \times 2a_p$ , где  $a_p$  – параметр ячейки кубического перовскита (пр. гр.  $P4/mmm$ ). Кобальтит иттрия-бария  $\text{YBaCo}_2\text{O}_{5+\delta}$  устойчив на воздухе в

широком температурном интервале. Согласно рентгенографическим данным *in situ* в интервале температур  $298 \leq T$ ,  $K \leq 1123$  и  $P_{O_2} = 0.21$  атм кристаллическая структура  $YBaCo_2O_{5+\delta}$  не изменяется и во всех случаях хорошо описывается тетрагональной ячейкой типа  $3a_p \times 3a_p \times 2a_p$  (пр. гр.  $P4/mmm$ ).

По результатам РФА установлено, что однофазные сложные оксиды  $BaCo_{1-y}Y_yO_{3-\delta}$  образуются в интервале составов  $0.1 \leq y \leq 0.4$ . Дифрактограммы однофазных твердых растворов  $BaCo_{1-y}Y_yO_{3-\delta}$  были проиндексированы в рамках кубической ячейки, пространственная группа  $Pm\bar{3}m$ . Показано, что увеличение содержания иттрия в  $BaCo_{1-y}Y_yO_{3-\delta}$  приводит к монотонному увеличению параметров и объема ячеек, что можно объяснить с точки зрения размерных эффектов.

По результатам РФА всех исследованных образцов диаграмма состояния квазитройной системы Y-Ba-Co-O при 1373 К на воздухе была разбита на 14 фазовых полей (рисунок 1).

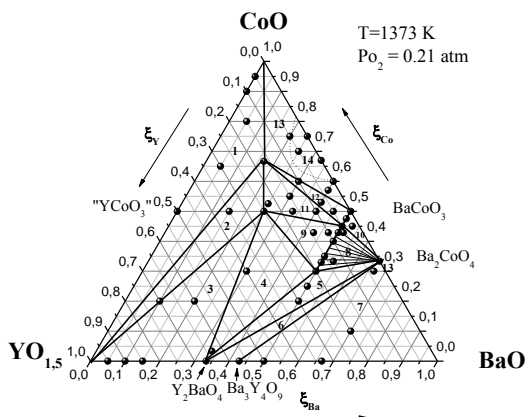


Рисунок 1 — Диаграмма состояния квазитройной системы Y-Ba-Co-O при 1373 К воздухе

Методом термогравиметрического анализа для сложных оксидов  $BaCo_{1-y}Y_yO_{3-\delta}$  ( $0.1 \leq y \leq 0.4$ ) и  $YBaCo_2O_{5+\delta}$  получены зависимости кислородной нестехиометрии ( $\delta$ ) от температуры в интервале 298–1273 К на воздухе.

Коэффициенты термического расширения (КТР) кобальтитов измерены на dilatометре Netzsch DIL 402C в интервале температур 298–1200 К на воздухе.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ (проект № 13-03-00958).